

10/529866  
PCT/JP03/12723

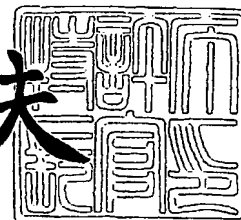
03.10.03

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 人  
Applicant(s): 日立粉末冶金株式会社  
本田技研工業株式会社

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

今井康夫



**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

【書類名】 特許願

【整理番号】 HFY02001

【提出日】 平成14年10月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B22F 5/08  
B21H 5/00

【発明の名称】 焼結歯車

【請求項の数】 2

【発明者】

    【住所又は居所】 千葉県松戸市稔台1018-2

    【氏名】 山西 祐司

【発明者】

    【住所又は居所】 千葉県白井市富士198-21

    【氏名】 佐藤 良治

【発明者】

    【住所又は居所】 千葉県東葛郡沼南町塚崎3-9-8

    【氏名】 石井 啓

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県草加市瀬崎町484-11-306

    【氏名】 荒川 友明

【発明者】

    【住所又は居所】 千葉県鎌ヶ谷市東中沢1-1-29-410

    【氏名】 山田 淳一

【発明者】

    【住所又は居所】 千葉県松戸市八ヶ崎7-3-15

    【氏名】 筒井 唯之

## 【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 藤原 昭

## 【特許出願人】

【識別番号】 000233572

【氏名又は名称】 日立粉末冶金株式会社

## 【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100079175

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 小杉 佳男

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100094330

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 山田 正紀

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006840

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9103453

【包括委任状番号】 9106544

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 焼結歯車

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金属マトリックスと気孔からなる焼結歯車において、歯面、歯末の面および歯元の面の表層より内部への厚さ  $300 \sim 1000 \mu\text{m}$  の範囲の気孔率が少なくとも  $10\%$  以下である稠密部が形成されているとともに、歯底の面の表層より内部への厚さ  $10 \sim 300 \mu\text{m}$  の範囲の気孔率が少なくとも  $10\%$  以下である稠密部が形成されており、かつ前記気孔率  $10\%$  以下の各稠密部の界面が滑らかに連続していることを特徴とする焼結歯車。

【請求項 2】 さらに、歯先の面の表層より内部への厚さ  $10 \sim 300 \mu\text{m}$  の範囲の気孔率が少なくとも  $10\%$  以上である稠密部が形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の焼結歯車。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、金属粉末を加圧焼結して製造した焼結歯車に関する。本発明において歯車とは凸歯同士が噛み合う通常の歯車のほか、チェーン巻掛車などの動力伝導車を包含する。例えば、サイレントチェーン用スプロケット等を含み、強度と静音性に優れた歯車に関する。

【0002】

【従来の技術】

焼結歯車は、一般に金属粉末を充填した金型を上下方向よりパンチで圧縮成形することによって得られた歯車形状の圧粉体を焼結したものである。このような焼結歯車は安価に大量生産が可能なことから、各種用途に向け多様な製品として供用されている。このような焼結歯車はその製造方法に由来して金属マトリックス中に気孔が残留する。このため歯車を形成する材料の密度が真密度より低くなり、一般の溶製鋼の真密度をもつ歯車に比べて強度が低下するという問題がある。この問題を解決するために、従来、溶製鋼歯車よりも高いグレードの材質を用いて強度の不足を補ったり、製造工程において、成形・仮焼結・二次成形・焼結

する 2P-2S 法や、粉末を温間で成形する温間成形技術等を適用して高密度化させることによって対応してきた。

#### 【0003】

プレスして焼結した粉末金属素材から形成される歯車の歯、歯元及びフランクの領域で表面硬化されて、少なくとも  $380\mu\text{m}$  の深さまで  $90\sim 100\%$  の範囲の稠密を確率した歯車がある。(例えば、特許文献 1 参照)。

#### 【0004】

##### 【特許文献 1】

特表平 6-501988 号公報 (第 2-3 頁、図 1)

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、近年、より一層の低価格の要求があり、グレードの高い高価な材料を用いたり、複雑な製造工程などを適用しては、この要求を充足することができない。従って、安価な材料を用いて簡易な製造方法によって製造することができ、かつ強度の高い焼結歯車が求められている。また、歯車は相手部材の歯やチェーンと噛み合い回転することによって動力を伝達するものであり、噛合部においては歯面が接触、摩擦することによって騒音が発生する。この騒音を抑制し静音性を高めた歯車を求める要求も強くなってきている。本発明はこのような要求に応える焼結歯車を提供することを目的とするものである。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するための本発明の焼結歯車は、金属マトリックスと気孔からなる焼結歯車において、歯面、歯末の面および歯元の面の表層より内部への厚さ  $300\sim 1000\mu\text{m}$  の範囲の気孔率が少なくとも  $10\%$  以下である稠密部が形成されているとともに、歯底の面の表層より内部への厚さ  $10\sim 300\mu\text{m}$  の範囲の気孔率が少なくとも  $10\%$  以下である稠密部が形成されており、かつ前記気孔率  $10\%$  以下の各稠密部の界面が滑らかに連続していることを特徴とする焼結歯車である。

#### 【0007】

歯車は、歯が転がり接触する部分では応力は、歯の表面ではなく表面より少し内部に入った点で最大となる。このため、相手の歯等と転がり接触する歯面、歯末の面および歯元の面においては、表層より内部への厚さ  $300 \sim 1000 \mu\text{m}$  の範囲の気孔率を  $10\%$  以下に稠密することによって、繰り返し転がり接触する部分の疲れ強さを高めることが可能となる。

#### 【0008】

気孔率が  $10\%$  を越えると疲れ強さ向上の効果が乏しくなる。また、ころがり接触時の応力は表層より深い部分に集中するが、稠密部の厚さが表層より  $300 \mu\text{m}$  未満では応力集中部が稠密部より内部に発生し、疲れ強さ向上の効果が得られない。一方、表層より内部への厚さが  $1000 \mu\text{m}$  を超えて稠密しても、それ以上の疲れ強さ向上の効果が得られない。また、歯の厚さ寸法が小さい場合に、稠密部と内部との密度の差が小さくなって、次に説明するような振動拡散の効果が得られなくなる。

#### 【0009】

歯車の気孔率が均一である場合、歯面で発生する振動はマトリックスを通じて直接、歯車が貫挿されるシャフトに伝達されるが、歯の表層近傍の気孔率を低くして密度を高め、内部の気孔率と差を設けると、振動は密度の高い部分に伝達されやすく、振動発生源より歯車表層全体に拡散して伝達され、シャフトに伝達される振動は減衰することとなる。このため、歯底の面についても稠密化することが静音性のため有効である。また、歯底の面は直接相手の歯と接触する部分ではないため上記した歯面、歯末の面、歯元の面のような深い稠密深さは必要ないが、歯底の面は、歯面、歯末の面、歯元の面が相手の歯と接触することによる応力を受けて、表面に引っ張り応力が集中する部分であるため、表面近傍を稠密化することは引っ張り強さ向上の点でも有効である。そのため、歯底の面については、気孔率が  $10\%$  以下の稠密部を表層より内部への厚さが  $10 \mu\text{m}$  以上である部分に設ければよい。この厚さが  $10 \mu\text{m}$  に満たないと、振動の伝播の効果及び引っ張り強さ向上の効果が乏しくなる。ただしこの厚さが  $300 \mu\text{m}$  を超えて稠密化してもこれらの改善効果が乏しい。従って、歯底の面の稠密部の厚さは  $10 \sim 300 \mu\text{m}$  とすればよい。

## 【0010】

さらに、歯先の面についても租密化すると振動が歯車表面全体に拡散することとなり一層の静音性の効果が得られる。歯先の面は応力を受ける部位ではないので、歯先面の稠密化は、気孔率が10%以下の稠密部を表層より内部への厚さが $10\mu\text{m}$ 以上設ければよい。この厚さが $10\mu\text{m}$ に満たないと、振動の伝播の効果が乏しくなる。ただしこの厚さが $300\mu\text{m}$ を超えて稠密化しても静音性の改善効果が乏しい。従って、歯底の面の稠密部の厚さは $10\sim 300\mu\text{m}$ とすればよい。

## 【0011】

稠密部の界面が滑らかに連続しているとは、界面に段差等がなく、界面に折れ曲り部がない形状であることを云う。気孔率が少なくとも10%以下である各稠密部の界面が、滑らかに連続しておらず、稠密部厚さに段差が発生して各部の厚さの変化が大きかったり、鋭い曲り部などがあると、その箇所に応力が集中するため、各稠密部の界面を滑らかに連続させて応力の集中を緩和させる必要がある。

## 【0012】

上記のような稠密部は、通常の成形、焼結の工程で得られた焼結体を、サイジング、転造、押し出し加工することによって形成することが可能である。例えば、転造によって歯車を作成する場合、歯面、歯末の面および歯元の面については転造代を大きくするとともに、歯底の面については転造代を小さくすることによって、所望の稠密部を1回の工程で得ることができる。

## 【0013】

歯車の表層部を上記のように形成することによって、歯車の強度および静音性を向上させることができる。そのため、例えば、構造用焼結合金として従来より使用されている比較的低グレードのFe-Cu-C系やFe-Ni-Mo-C系等の焼結合金を適用することが可能となる。

## 【0014】

## 【発明の実施の形態】

以下図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は本発明の実施例1

の歯の一部を示す断面図である。歯は表面から内部に向って稠密部 11 が形成されており、稠密部 11 と歯の内部 13 との界面 12 が形成されている。歯面 2、歯末の面 3 及び歯元の面 4 の表層より内部の稠密部 11 の厚さ 21 は  $300 \sim 1000 \mu\text{m}$  とし、例えば  $500 \mu\text{m}$  となっている。また歯底の面 5 の表層より内部の稠密部 11 の厚さ 22 は  $10 \sim 300 \mu\text{m}$  とし、例えば  $150 \mu\text{m}$  となっている。

#### 【0015】

図 2 はこのような歯の加工成形工程の説明図であって、図 2 (a) は転造素材の歯形プロフィール 31 と転造後の歯形プロフィール 32 を示す断面図であり、図 2 (b) はこれを転造した後のプロフィール 32 の表層から内部に気孔率が 10% 以下の稠密部 11 を形成した状態を示す断面図である。図 2 (b) 中に示す A 部は、稠密部の厚さ 21 と 22 との境界部の界面 12 の形状を示すもので、この界面 12 は滑らかに連続している。

#### 【0016】

図 3 は図 2 と同様の歯の加工成形工程の説明図である。図 3 (a) に示す転造素材の歯形プロフィール 31 から図 3 (b) に示す転造後のプロフィール 32 に加工成形するのは、従来から通常行われている工程である。しかし、このような加工成形では図 3 (b) の B 部に示すように稠密部の厚さ 21 と 22 との境界部の界面 12 が段差のある形状となり、ここに応力が集中する。本発明では、図 3 (b) に示すような界面 12 が滑らかに連続しないものを排除する。

#### 【実施例 1】

Fe-0.5Ni-0.5Mo の組成の合金鉄粉に黒鉛粉 0.3 質量% を添加し、混合して原料粉末を用意した。この原料粉末をスプロケット形状に成形し、焼結した後、転造し、最後に熱処理を施して全体密度が  $7.0 \text{ g/cm}^3$  で、図 1 に示すような歯の表層近傍に気孔率が小さい稠密部をもつ密度分布を有する本発明の焼結歯車を得た。また、この原料粉末を同じスプロケット形状に温間成形し、同条件で焼結した後、同じく熱処理して、全体密度が  $7.2 \text{ g/cm}^3$  の従来例の焼結歯車を得た。なお、全体密度については JIS Z2501 に規定されている測定方法により測定し、密度分布については、歯部の金属組織を倍率 2



00倍で撮影した画像を、画像解析ソフトを用いて測定した。その結果、実施例は稠密部の気孔率が5%、内部の気孔率が13%と判定され、従来例の気孔率は平均12%と判定された。

#### 【0017】

これらの焼結歯車をシャフトに固定し、回転数8000rpm、チェーン負荷29.4N・mの下で、100時間チェーン駆動させた後の摩耗量を測定した。また、この時、歯車から100mm離れた場所にマイクロホンを固定し、併わせて騒音測定を行った。これらの結果を表1に示す。

#### 【0018】

【表1】

	摩耗量	騒音
実施例焼結歯車	8 $\mu$ m	78 dB
従来例焼結歯車	60 $\mu$ m	80 dB

#### 【0019】

表1より本発明の焼結歯車は素材密度が低く、製法が安価であるにもかかわらず、従来のものより耐摩耗性に優れるとともに、静音性に優れることが明らかである。

#### 【実施例2】

実施例1と同じ原料粉末を用い、同条件で成形、焼結した後、条件を変えて転造し、最後に熱処理を施して、素材密度が7.0/cm<sup>3</sup>で表層からの稠密部厚さの異なる試験片を得た。密度分布について実施例1と同様に測定し、稠密部の気孔率が5%、内部の気孔率は13%であった。これらについて3球式ピッチング試験を行った結果を表2に示す。

#### 【0020】

【表 2】

表層からの稠密部の厚さ	面圧疲れ強さ
1 0 0 $\mu$ m	2 8 0 0 M P a
3 0 0 $\mu$ m	3 4 0 0 M P a
5 0 0 $\mu$ m	3 4 5 0 M P a
7 5 0 $\mu$ m	3 5 0 0 M P a
1 0 0 0 $\mu$ m	3 5 5 0 M P a
1 5 0 0 $\mu$ m	3 5 5 0 M P a

## 【0 0 2 1】

表 2 より、稠密部の厚さが 3 0 0  $\mu$  m 以上の位置で、疲れ強さが向上することがわかる。また、稠密部の厚さが増加するに従い疲れ強さは向上するが、厚さ 1 0 0 0  $\mu$  m を超えて稠密化しても疲れ強さの向上の効果が乏しくなる。以上の結果より、歯面の稠密部の厚さが 3 0 0 ～ 1 0 0 0  $\mu$  m の範囲で疲れ強さ向上の効果が大きいことが確認された。

## 【実施例 3】

実施例 1 と同じ原料粉末を用い、同条件でスプロケット形状に成形、焼結した後、条件を変えて転造し、最後に熱処理を施して、歯底部の表層からの稠密部の厚さが異なり素材密度が 7. 0 g / c m<sup>3</sup> の焼結歯車を得た。密度分布について実施例 1 と同様に測定し、稠密部の気孔率が 6 %、内部の気孔率は 1 3 % であった。これらについて実施例 1 と同条件で騒音測定を行った。測定結果を表 3 に示した。

## 【0 0 2 2】

【表 3】

歯底の面の稠密部の厚さ	騒音
0 $\mu$ m	80 d B
5 $\mu$ m	80 d B
10 $\mu$ m	79 d B
150 $\mu$ m	78 d B
300 $\mu$ m	77 d B
400 $\mu$ m	77 d B

## 【0023】

表3より、歯底の面の稠密部の厚さが10  $\mu$  m以上で騒音レベルが小さくなり静音性に効果があることが確認された。

## 【0024】

## 【発明の効果】

本発明によれば、強度と静音性に優れた焼結歯車を得ることができ、焼結歯車の適用の拡大をはかることが可能となった。また、安価なFe-Cu-C系やFe-Ni-Mo-C系等の焼結合金等の適用が可能となり、一層安価な製造が可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

実施例の歯車の部分断面図である。

## 【図2】

歯車の成形工程の説明図である。

## 【図3】

歯車の成形工程の説明図である。

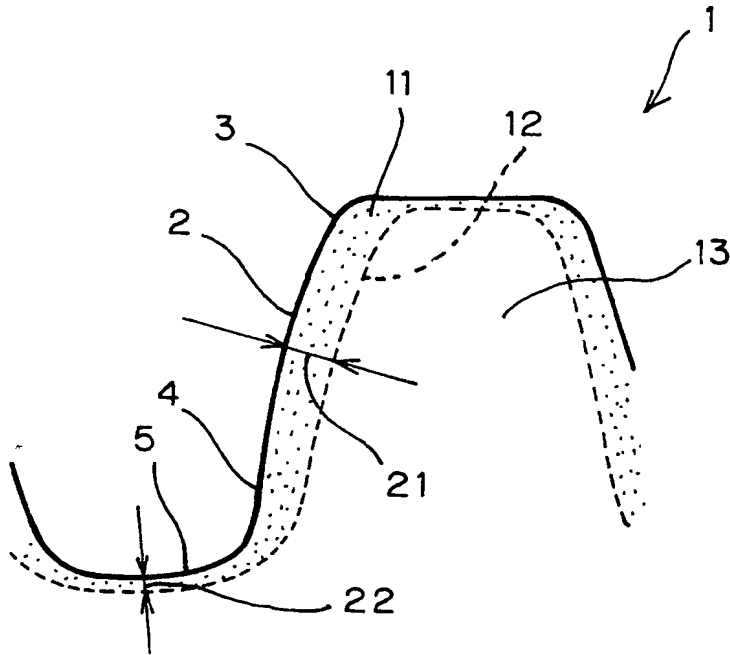
## 【符号の説明】

- 1 歯車
- 2 歯面

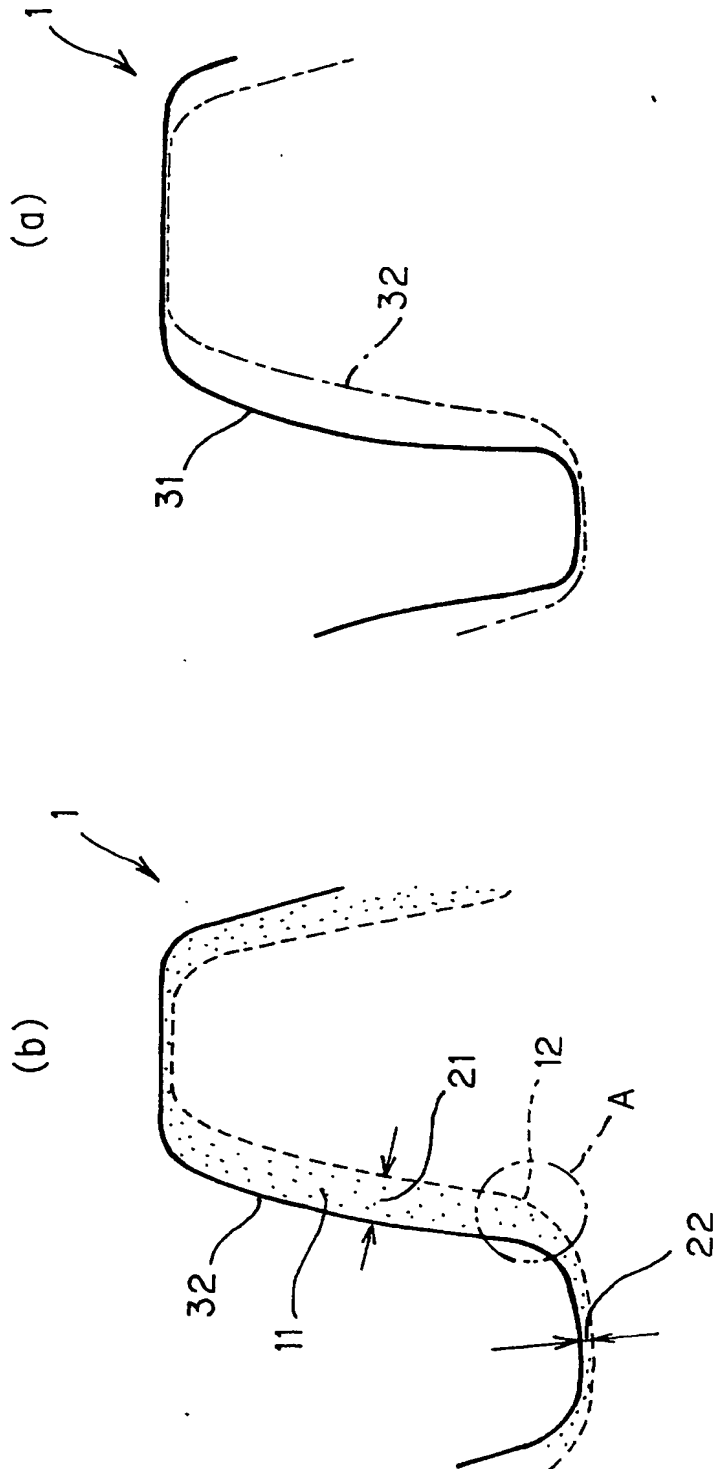
- 3 歯末の面
- 4 歯元の面
- 5 歯底の面
- 1 1 稠密部
- 1 2 界面
- 1 3 歯の内部
- 2 1 稠密部の厚さ（歯面、歯末の面、歯元の面）
- 2 2 稠密部の厚さ（歯底の面）
- 2 3 稠密部の厚さ
- 3 1 転造素材の歯形プロフィール
- 3 2 転造後の歯形プロフィール

【書類名】 図面

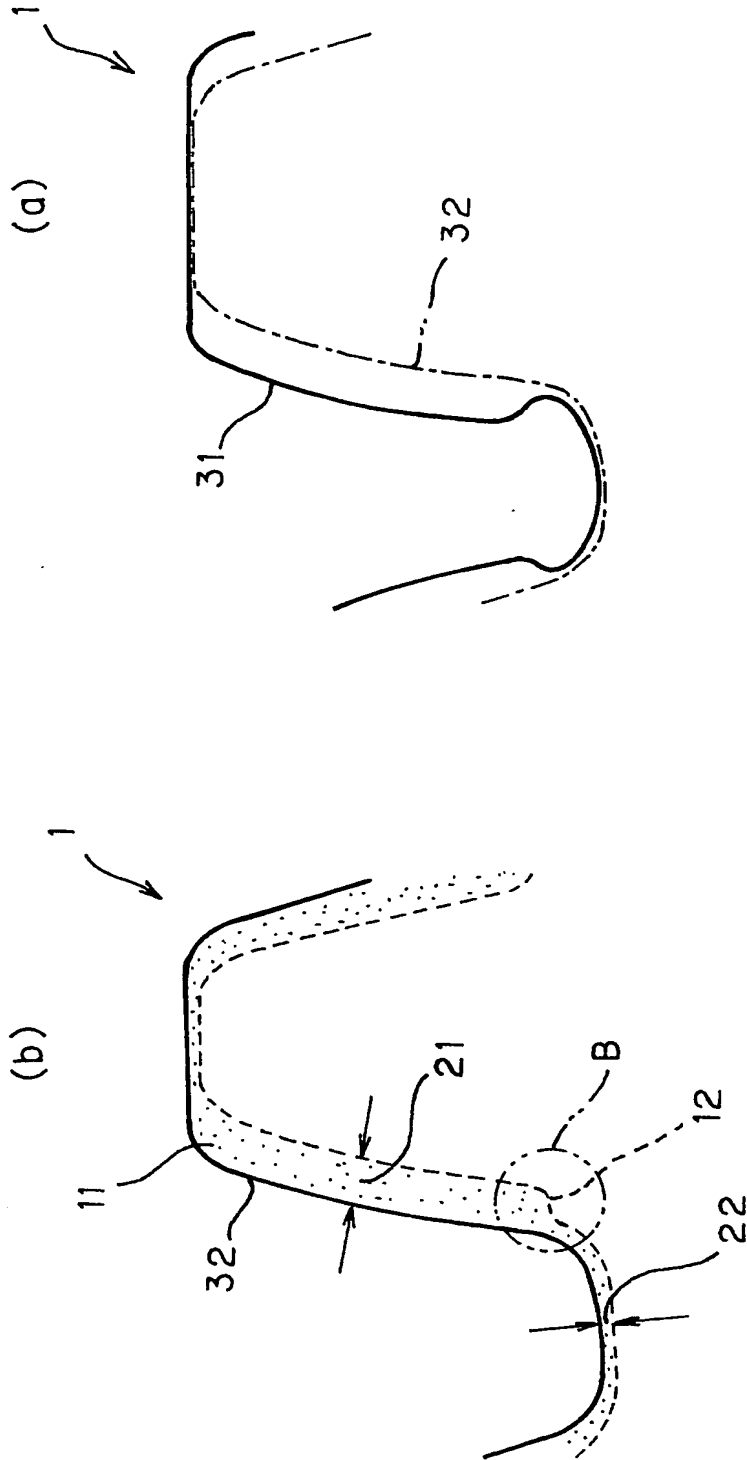
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 安価な材料を用いて簡易な製造方法によって製造することができ、強度が高く、静音性を高めた焼結歯車を提供する。

【解決手段】 金属マトリックスと気孔からなる焼結歯車 1 において、歯面 2、歯末の面 3 および歯元の面 4 の表層より内部への厚さ 2 1 が  $300 \sim 1000 \mu\text{m}$  の範囲の気孔率が少なくとも 10% 以下である稠密部 1 1 が形成されているとともに、歯底の面 5 の表層より内部への厚さ 2 2 が  $10 \sim 300 \mu\text{m}$  の範囲の気孔率が少なくとも 10% 以下である稠密部 1 1 が形成されており、かつ前記気孔率 10% 以下の各稠密部 1 1 の界面 1 2 が滑らかに連続しているようにした。

【選択図】 図 1



特願 2002-292287

出願人履歴情報

識別番号

[000233572]

1. 変更年月日

1990年 8月23日

[変更理由]

新規登録

住 所

千葉県松戸市稔台520番地

氏 名

日立粉末冶金株式会社

特願 2 0 0 2 - 2 9 2 2 8 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 3 2 6 ]

1. 変更年月日  
[変更理由]

1 9 9 0 年 9 月 6 日  
新規登録

住 所  
氏 名

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号  
本田技研工業株式会社